برمجة التحكم المنطقى P.L.C.

الجزء الأول

إعداد

ريمون كمال

معهد السالزيان الإيطالى "**دون بوسكو**"

٢شارع عبد القادر طه – الساحل ت: ٢٤٥٧٩٦٥٠- ٢٤٥٧٦٧٩٤

معهد فنى – معهد صناعى

دورات تدريبية سريعة مركزة

دورات تدريبية تعليمية للمدرسين

الباب الأول

جهاز التحكم المنطقى

- ما هو جهـــــــــــــــــــــــــــاز الــ PLC.
- لمـــــــــــــــــــــــــــاذا يستخدم جهاز الــ PLC.
- مكـــــــــــــــــــــــــــونات جهاز الــ PLC.
- تصنيـــــــــــــــــــــــــــف جهاز الــ PLC.
- حمايـــــــــــــــــــــــــــات لجهاز الــ PLC.
- توصـــــــــــــــــــــــــــيل جهاز الــ PLC.
- لمبـــــــــــــــــــــــــــــــــات الإشارة.
- كابل البرمجـــــــــــــــــــــــــــــــــــة.
- الذاكرة الداخليـــــــــــــــــــة و الخارجيـــــــــــة.
- توصيـــــــــــــــــل وحدة مدخلات و مخرجات أضافية.
- التحـــــــــــــــــــكم بواسطة كمبيوتر أو شاشة.

ما هو الـــ PLC ؟

كلمة PLC هى اختصار لكلمة Programmable Logic Control و هى تعنى برمجة التحكم المنطقى.

صنع أول جهاز تحكم مبرمج فى شركة (جينرال موتورز - general motors) عام 1968. وكان الجهاز فى البداية يحل محل الريليهات التقليدية فقط غير أنه لم يكن قادراً على تحقيق متطلبات الشركة المصنعة ولكنه كان فى الحقيقة بداية لجيل جديد فى صناعة الأجهزة القابلة للبرمجة والتى تطورت فيما بعد، وانتشرت بكثرة فى جميع ميادين الصناعة.

وفى الفترة ما بين عامى 1970 و 1974 ونتيجة للتقدم التكنولوچى فى صناعة الميكروبروسيسور أصبحت الأجهزة القابلة للبرمجة أكثر مرونة و ذكاء، وأصبح من السهل على الفنيين و المهندسين الذين ليس لديهم معرفة كبيرة بعلوم الكمبيوتر و الإلكترونيات الرقمية التعامل معها، بل وأصبحت هذه الأجهزة قادرة على القيام بالعمليات الحسابية و المنطقية و أصبح يمكن التحكم بها باستخدام لغات مختلفة أسهل من التى كانت تستخدم فى ما قبل.

أما فى الفترة ما بين عامى 1975 و 1979 حدث تقدم كبير فى صناعة الأجهزة القابلة للبرمجة، وأشتمل هذا التطور على زيادة سعة الذاكرة وعدد المداخل و المخارج الرقمية بل أشتمل هذا التطور أيضاً على زيادة قدرة الميكروبروسيسور فى سرعة تنفيذ البرنامج.

وكذلك أصبح من السهل تخزين أى برنامج فى وحدة ذاكرة خارجية، وأصبح من الممكن تغيير البيانات سابقة التخزين أثناء التشغيل، فأصبح بوسع وحدة البرمجة تغيير قيم المؤقتات الزمنية المبرمجة والعدادات

المبرمجة و نقلات القيم المتغيرة و مفاتيح المقارنة...الخ، بدون إيقاف خطوط الإنتاج الصناعية كما كان فى السابق.

ملاحظة:

فى بعض مجالات الصناعة لا يمكن لوحدة الـــ PLC التوقف لتعديل البيانات ولذلك فأنه تم التغلب على هذه المشاكل فيما بعد بواسطة وحدات PLC ذات كفاءة أعلى.

ونتيجة لتطور علوم الأتصالات فى هذه الفترة أصبح من الممكن استخدام مجموعة من أجهزة التحكم المنطقى للعمل سوياً فى شبكة محلية للتحكم فى المصنع، كما لو كانت جهازاً واحداً، و أيضاً من الممكن عمل تقارير وافية عن الإنتاج والصيانة و الأعطال بواسطة الوحدات الخارجية التى توصل إلى جهاز الـــ PLC مثل الطابعات أو شاشات التحكم بالمس، وتخدم هذه التقارير إدارات المصانع لتحسين معدل الإنتاج أو تساعد فى الكشف عن الأعطال حيث يمكن طباعة الأعطال التى حدثت فى فترة زمنية معينة.

نظراً للإقبال الشديد فى المجال الصناعى على وحدات البرمجة الذكية PLC تنافست الشركات المصنعة فى تطوير الجهاز وكان نتيجة التطورات الهائلة فى تكنولوچيا صناعة أجهزة التحكم المنطقى ما يلى:

١- أصبحت تكلفة الجهاز منخفضة إلى الحد الذى يسمح باستخدامه بدلاً من عشرات الريليهات.
٢- أصبح من الممكن استخدام أجهزة التحكم صغيرة الحجم فى التحكم التناظرى analog.
٣- أصبح من الممكن توصيل أجهزة التحكم مع الحساسات الحرارية وأجهزة قياس الانفعال...الخ.
٤- ظهرت أحجام مختلفة من الوحدات المنطقية القابلة للبرمجة فمنها ما يكون عدد مداخله ومخارجه حوالى عشرة فقط، ومنها ما يصل عدد مداخله ومخارجه إلى عدة ألاف.

أدت أيضآ التطورات الهائلة فى أنظمة البرمجة لأجهزة التحكم المبرمج إلى:

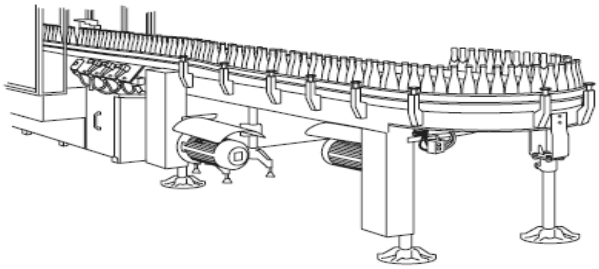
١- استخدام لغات يسهل على من ليس لديه معرفه بعلوم الكمبيوتر استخدامها.

٢- أمكانية تحديد الأعطال وتعديل البيانات الداخلية أثناء تشغيل العملية الصناعية.

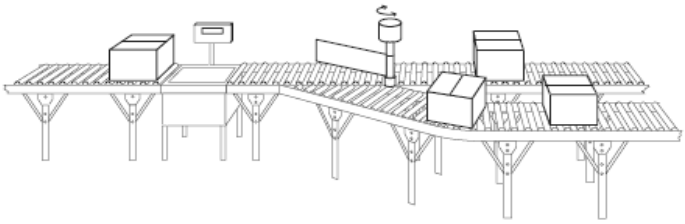
٣- أصبح زمن الاستجابة لأجهزة التحكم المبرمج سريع جداً تصل إلى قراءة البرنامج حوالى 3000 مرة فى الثانية.

٤- أصبحت تستخدم كابلات لنقل المعلومات من و إلى وحدة البرمجة بسرعة فأقة تصل إلى 187,5 Kbps.

٥- أصبح استخدام وحدة الـــ PLC فى المجال الصناعى كثيرآ كما فى الشكل (أ) و الشكل (ب).



الشكل (أ)



الشكل (ب)

مميزات أجهزة التحكم المبرمج:

هناك الكثير من المميزات نذكر منها ما يلى :

١- **التحكم المرن:** والمقصود بالتحكم المرن, سهولة تغيير أداء العملية الصناعية لمواكبة أى توسعات وذلك بتعديل برنامج التشغيل

٢- **الصيانة واكتشاف الأعطال:** إن أجهزة التحكم هى عبارة عن أجهزة ألكترونية لذلك فهى لا تحتاج إلى صيانة وهى معدة لإعطاء بيان عن أعطالها سواء كانت أعطال بسيطة أو أعطال فادحة.

٣- **صغر الحجم مع إمكانيات عالية:** إن أحجام أجهزة التحكم المبرمج صغيرة جداً مقارنة بالدوائر الأخرى فى الكنترول، فيمكن القول أن جهاز تحكم مبرمج أبعاده ١٠سم x ١٥سم x ٢٠سم يمكن أن يحل محل مئات الريلاهات، مئات العدادات، مئات المؤقتات الزمنية, بالإضافة لقدرته العالية للقيام بالعمليات الحسابية بل ويحتوى أيضاً على الكثير من العمليات التى ليس لها مقابل فى الكنترول كما سوف نرى فيما بعد.

٤- **خصائصها لا تتوفر فى أجهزة الكمبيوتر المعتادة:** إن أجهزة التحكم المبرمج معدة للعمل فى البيئة الصناعية التى تتميز بأختلاف كبير فى درجات الحرارة والرطوبة ووجود ضوضاء عالية، وكذلك فهى مصممة على أن يقوم بتركيبها وصيانتها وبرمجتها مهندس الموقع مثل المهندسين الكهربائيين الذين ليس لديهم مهارات خاصة بالالكترونيات الرقمية ولا بعلوم الكمبيوتر.

٥- **يمكن أن تعمل داخل شبكة:** يمكن استخدام مجموعة من وحدات البرمجة المنطقية للتحكم فى الماكينات المختلفة المكونة لخطوط الإنتاج، ثم الربط بين وحدات البرمجة المنطقية بواسطة شبكة محلية يتم من خلالها تبادل البيانات اللازمة للتشغيل، يتم التحكم فى كل منهما باستخدام الكمبيوتر، ويتم تبادل البيانات بين الكمبيوتر و وحدة الـــ PLC من خلال شبكة الاتصالات المصغرة.

وحدة التحكم المبرمج..... PLC unit :

يحتوى جهاز الــ PLC على وحدة معالجة مركزية CPU وهى التى تقوم بقراءة البرنامج وتنفيذه, حيث تقوم بقراءة الدخل (input) و تطبيق البرنامج ومن ثم تقوم بتشغيل الخرج (output).

لماذا تستخدم وحدة الــ PLC:

الــ PLC هو جهاز ذات تيكنولوجيا عالية فلذلك باستخدام الــ PLC يمكن عمل الكثير من التمارين المعقدة ولكن بطرق بسيطة جداً مقارنة بالكنترول. بل يمكن أيضاً عمل بعض التمارين التى لا يمكن أن تصمم بالكنترول (control) و بخلاف ذالك يوجد مئات المؤقتات الزمنية (timers) و العدادات (counters) و بعض الأوامر الأخرى التى ليس لها مقابل أو مثيل فى الكنترول.

مكونات وحدة الـــ PLC:

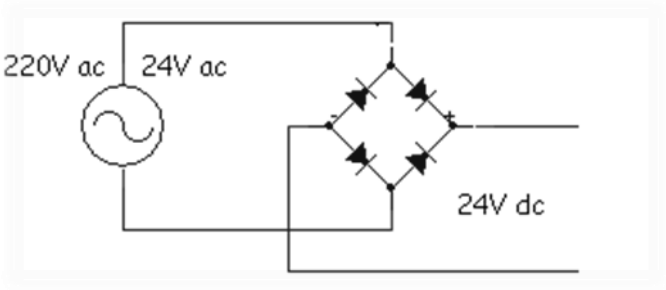
الـــ PLC يتكون من:

١- وحدة التغذية.....power supply

وهى مكونه من محول خافض للجهد (step down transformer) و دائرة توحيد (rectifier)

المحول الخافض للجهد يقوم بتحويل جهد التيار المتردد إلى جهد متردد أخر أقل قيمة.

دائرة التوحيد تقوم بتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر دون تغير قيمة الجهد.



ملاحظة:

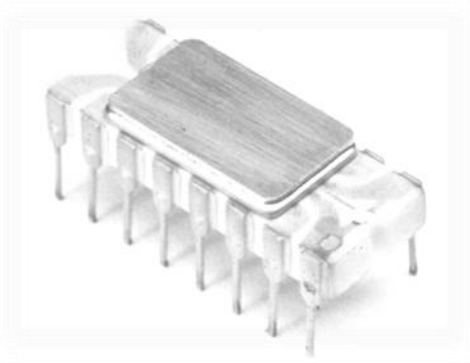
أ – استخدام وحدة التغذية (power supply) يعتمد على نوع الـــ PLC: يوجد بعض الأنواع التى تعمل بـــ 220V AC ولذلك فى هذه الحالة يتم التوصيل بمصدر الكهرباء مباشراً ولا يستخدم الـــ (power supply).

ب يحتوى جهاز الـــ PLC من الداخل على دائرة توحيد rectifier لتحسين التيار المستمر قدر الأمكان.

ت –في بعض الحالات قد نحتاج أثناء التوصيل إلى استخدام أكثر من وحدة تغذية فى نفس الوقت (power supply) و فى هذه الحالة يفضل أن يتم توصيل الطرف السالب لكل وحدات التغذية المستخدمة معاً لضمان تساوى balance الجهد الخارج من وحدات التغذية.

٢- وحدة المعالجة المركزية..... "Central Processing Unit" **C.P.U.**

وهى تعتبر العقل المفكر لجهاز الـــ PLC وهو الذى يقراء البرنامج ويقوم بالعمليات الحسابية بطريقة فائقة السرعة بحيث يقوم بتشغيل أو فصل الخرج فى الوقت المناسب.



لكل وحدة معالجة مواصفات خاصة تؤثر على سرعتها فى تنفيذ العمليات, فمثلاً:

- المعالج رقم CPU 313: يعمل على قراءة برنامج بحجم 12KB خلال 0.6ms
- المعالج رقم CPU 314: يعمل على قراءة برنامج بحجم 24KB خلال 0.3ms

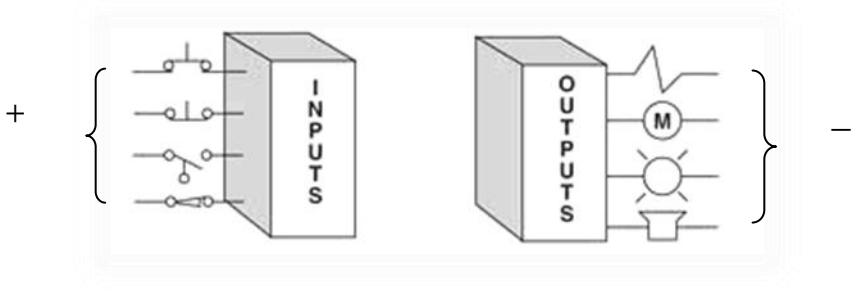
ملاحظة:

- يحتاج المعالج دائماً إلى ذاكرة memory لأحتواء البرنامج بينما يقوم هو بالقراءة والتنفيذ.
- الذاكرة الموجودة داخل الـــ PLC دائماً تكون من النوع المتطاير volatile memory وسوف نتكلم عنها بالتفصيل.

٣- وحدة الدخل و الخرج.....**input and output modules**.

بالنسبة إلى الدخل فهو المكان الذى يتم فيه توصيل طرف واحد فقط من طرفى المفاتيح بحيث يقوم بإرسال الإشارة إلى الـــ PLC وهذا يطبق على المفاتيح ذات الإشارة الرقمية بجميع أنوعها.

بالنسبة إلى الخرج فهو المكان الذى يتم فيه توصيل طرف واحد فقط من طرفى الحمل بحيث يقوم باستقبال الإشارة **من** الـــ PLC وهذا يطبق على الأحمال ذات الإشارة الرقمية بجميع أنوعها.



ملاحظة:

- يتم توصيل الطرف الأخر من المفاتيح بالتيار الكهربى مع مراعاة قيمة الڤولت المكتوب على جهاز الـــ PLC.
- يتم توصيل الطرف الأخر من الأحمال بالسالب مع مراعاة أن جميع أجهزة الـــ PLC تعطى إشارة موجبة فى الخرج ولذالك يتم توصيل الطرف الأخر بالسالب.

تنقسم المدخلات إلى مداخل ذات إشارة رقمية و أخرى ذات أشاره تناظرية و تنقسم المخرجات أيضاً إلى مخارج ذات إشارة رقمية و أخرى ذات أشاره تناظرية.

أنواع المداخل والمخارج والفرق بينهما

الإشارة الرقمية.... Digital signal :

- **مداخل رقمية:**

توصل المداخل الرقمية بوحدات المداخل الرقمية الخاصة بأجهزة التحكم المنطقية وتقوم وحدة الدخل الرقمية بالتحكم فى أشارات المداخل تبعاً لظروف التشغيل (وعادة فإن قيمة الكهربية يكون لها قيمتين فقط: واحد أو صفر، وتتغير القيمة الكهربية من و إلى هاتين القيمتين حسب حالة المفتاح.

- **مخارج رقمية:**

توصل المخارج الرقمية بوحدات الخرج الرقمية الخاصة بأجهزة التحكم المنطقية وتقوم وحدة الخرج الرقمية بالتحكم بالمخارج، وجميع هذه المخارج لها حالتين فقط: حالة تشغيل، وحالة توقف.

الإشارة التناظرية..... Analog signal :

- **مداخل تناظرية:**

توصل أجهزة المداخل التناظرية بوحدات المداخل التناظرية الخاصة بأجهزة التحكم المنطقية وتقوم وحدة الدخل التناظرية بتحويل أى كمية مطلوب قياسها إلى كمية كهربية مثل الجهد والتيار (وعادة فإن القيمة الكهربية يكون لها قيمتين: قيمة عظمى وقيمة صغرى، وتتغير القيمة الكهربية بين هاتين القيمتين.

- **مخارج تناظرية:**

توصل أجهزة المخارج التناظرية بوحدات الخرج التناظرية الخاصة بأجهزة التحكم المنطقية وتقوم وحدة المخارج التناظرية بالتعامل مع القيم المتغيرة الناتجة عن وحدات الخرج الخاصة بوحدة التحكم المنطقى وجميع هذه الأجهزة لها أكثر من حاله: وعادة فإن حالة الخرج تتغير حسب القيمة الكهربية للخرج التناظرى و تتغير القيمة الكهربية بين قيمة عظمى وقيمة صغرى.

أمثلة لمداخل ذات إشارة رقمية.

١- الضواغط اليدوية **Push Buttons**:

وهذه الأجهزة ينعكس حالة ريش تلامسها أى تصبح الريشة المفتوحة طبيعياً مغلقة، والعكس صحيح، وذلك عند الضغط على رؤوسها.

٢- مفاتيح نهاية المشوار **Limit Switches** :

وهذه الأجهزة يتغير حالة تلامسها عند دفع عنصر الفعل لها بكامة متحركة. توجد أنواع مختلفة لمفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية.

٣- المفاتيح التقاربية **Proximity Switches** :

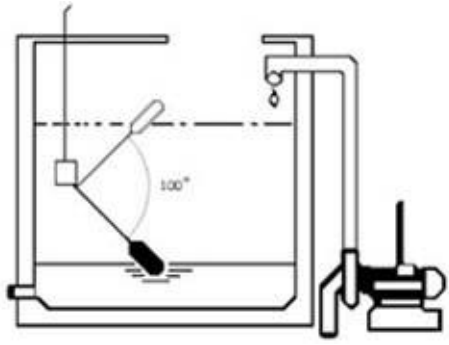
وهذه الأجهزة ينعكس وضع ريشة تلامسها عند اقتراب جسم غريب منها لمسافة معينة تعتمد على مدى تشغيل المفتاح التقاربى

٤- مفاتيح الخلايا الضوئية **Photocell Switches** :

وينعكس حالة ريش تلامس هذه الأجهزة عند مرور جسم غريب ليقطع الشعاع المنبعث من وحدة الإرسال للخلية الضوئية, أى أنه عند مرور أى جسم غريب بين المستقبل والمرسل للخلايا الضوئية تتغير نقط التلامس الخاصة بالخلايا الضوئية.

٥- مفاتيح العوامات Float Switches :

وتستخدم هذه لمفاتيح لتتبع مستوى السوائل فى الخزانات حيث ينعكس حالة ريش هذه المفاتيح عند وصول مستوى السائل فى الخزانات إلى مستواها، فيستخدم فى تتبع مستوى السوائل فى الخزانات.



٦- مفاتيح الضغط Pressure Switches:

وهى أجهزة ينعكس حالة ريش تلامسها عند وصول الضغط فى الأنابيب والخزانات إلى الضغط المضبط مسبقاً، وتستخدم هذه المفاتيح لمتابعة ضغوط السوائل والغازات.

٧- مفاتيح درجة الحرارة Thermo states :

وهى أجهزة ينعكس حالة ريش تلامسها عند ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط لعنصر إحساسها وصولاً لدرجة الحرارة المعايرة عليها هذه المفاتيح.

أمثلة لمخرجات ذات إشارة رقمية.

١- الكونتاكتورات Contactors :

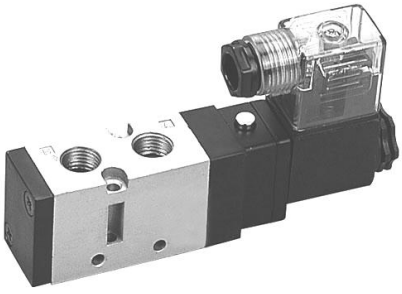
ويقوم الكونتاكتور بتوصيل التيار الكهربى إلى الأحمال عند وصول جهد كهربى إلى ملفه والعكس صحيح. يتكون الكونتاكتور من ملف كهربى (البوبينة) وقلب مغناطيسى له شق ثابت، وآخر متحرك يحمل ريش تلامس رئيسية، وعند وصول جهد كهربى على أطراف ملف الكونتاكتور ينجذب الشق المتحرك للقلب تجاه الشق الثابت، فتنعكس ريش الكونتاكتور.

٢– الريليهات الأستاتيكية **Static relays** :

وتقوم بتوصل وفصل التيار الكهربى عن الأحمال – تماماً مثل الكونتاكتورات – ويفضل استخدام ها بدلاً من الكونتاكتورات عند زيادة عدد مرات التوصيل والفصل فى الدقيقة.

٣– المحابس الكهربية **Solenoid Valves** :

تقوم بفتح أو غلق مسارات مرور السوائل فى الأنابيب وتتكون من: ملف كهربى، وقلب مغناطيسى ثابت وقلب مغناطيسى متحرك، يقوم بفتح أو غلق المحبس وعند وصول تيار كهربى لملف المحبس الكهربى يتحرك الجزء المتحرك للقلب المغناطيسى فيفتح مسار مرور السوائل وهكذا ...



٤- لمبات البيان **Indication Lamps** :

وهى توجد فى غرف التحكم لمساعدة المشغلين على فهم أداء العمليات الصناعية و توضيح الأعطال.

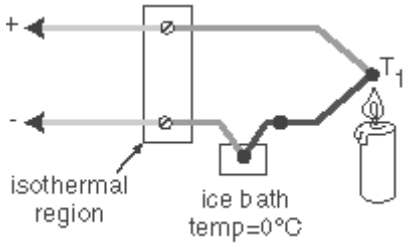
٥- الأبواق **Horns** :

وهى تصدر أصوات عالية عند حدوث أمر غير عادى فى العملية الصناعية لتنبيه المشغلين، وتعمل عند وصول تيار كهربى لملفها, حيث أنها تعتمد على تدفق الهواء المضغوط داخل زور البوق.

أمثلة لمداخل ذات إشارة تناظرية.

١- الازدواج الحرارى Thermo Couple :

يقوم الازدواج الحرارى بتحويل درجة الحرارة إلى إشارة جهد ويتكون الازدواج الحرارى من معدنين مختلفين (أ - ب) متصلين معاً لتكوين مجس القياس، وتعتمد قيمة الجهد المتولد على درجة حرارة الوصلة, و لذلك فأن الجهد على أطراف الأذدواج الحرارى يتناسب طردياً مع درجة الحرارة.



٢- مولد التاكو Tacho generator :

وهذا المولد يثبت على أعمدة المحركات المطلوب قياس سرعتها، وخرج مولد التاكو خطى،بمعنى أن جهد أطرافه يتناسب طردياً مع السرعة، فإذا كانت نسبة التحويل المولد التاكو هى واحد فولت لكل ٣٠٠ لفة فى الدقيقة الواحدة، فمثلاً إذا كان الجهد على طرف المولد هو ٥ فولت، يعنى هذا أن سرعة المحرك هى ١٥٠٠ لفة فى الدقيقة الواحدة و هكذا ...

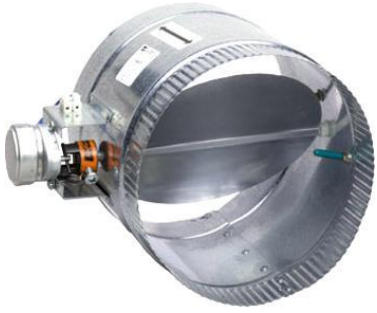
أمثلة لمخارج ذات إشارة تناظرية.

١- الدرايفر **Driver** :

يتم استخدام الدرايفر كمثال للخرج التناظرى حيث يتم استقبال قيمة كهربية (mv – ma – v – Ω) من وحدة البرمجة المنطقية وبواسطة جهاز الدرايفر يتم التحكم فى سرعة الموتور عن طريق تغيير قيمة التردد.

٢- محرك الدامبر **Damper motor**:

ينم استخدام المحرك الدامبر كمثال للخرج التناظرى حيث يتم استقبال قيمة كهربية (mv – ma – v – Ω) من وحدة البرمجة المنطقية وبواسطة المحرك الدامبر يتم التحكم فى درجة التبريد الخاصة بأجهزة التكيف المركزية حيث يقو بفتح بوابة مرور الهواء البارد حسب الاحتياج.



٤- الذاكرة.....**memory**

الذاكرة داخل الـــ PLC مهمة جداً لأنها تحتوى على البرنامج الذى يقوم الـــ CPU بقراءته ولهذا من الممكن فصل الكمبيوتر عن الـــ PLC بعد تحميل البرنامج على الذاكرة.

ملاحظة:

- إذا كانت الذاكرة التى تحتوى على البرنامج من النوع المتطاير...volatile memory كما سيوضح فيما بعد فيجب أن يكون جهاز الـــ PLC موصل بمصدر مستمر للتيار مثل (battery, plug) لحفظ البرنامج.

- إذا كانت الذاكرة التى تحتوى على البرنامج من النوع غير المتطاير... permanent memory فليس من الضرورى أن يكون جهاز الـــ PLC موصل بمصدر مستمر للتيار.

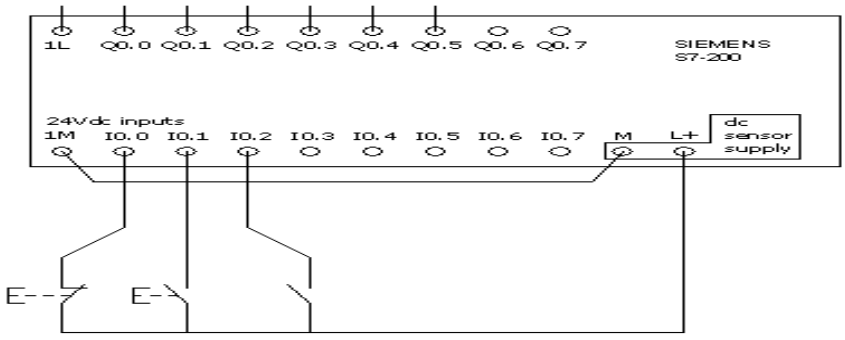
- لا يمكن تخزين أكثر من برنامج على الذاكرة فى نفس الوقت.

تصنيف وحدة الـــ PLC

١– الترانزستور الثنائي القطب...**bipolar junction transistor**:

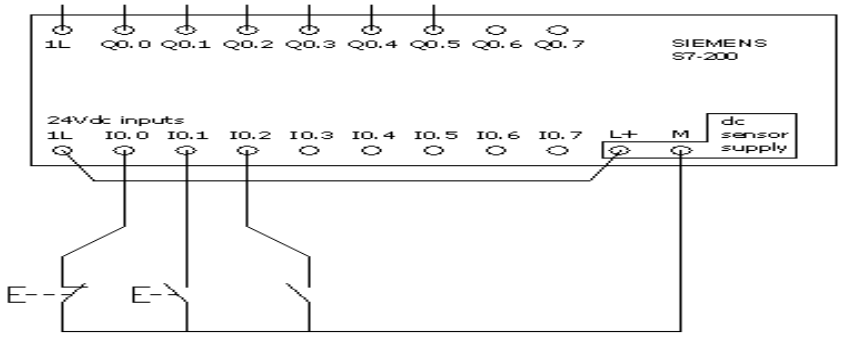
- PNP(Positive Negative Positive):

إذا كان الـــ PLC من النوع PNP يتم تغذية جميع المفاتيح بإشارة موجبة بينما يتم توصيل السالب على وحدة الدخل حيث يوجد حرف M كما هو موضح بالرسم.



- NPN(Negative Positive Negative):

إذا كان الـــ PLC من النوع NPN يتم تغزيه جميع المفاتيح بإشارة سالبة بينما يتم توصيل الموجب على وحدة الدخل حيث يوجد حرف L+ كما هو موضح بالرسم.



ملاحظة:

أ – يفضل أن يكون الـــ PLC من نوع NPN وليس PNP لأن فى حالة استخدام PLC (PNP) يكون الطرف الموجب متصل بالمفاتيح لذلك إذا قام العامل بلمس الطرف الموجب بالخطأ بينما تلمس قدميه الأرض سوف يصاب العامل بصدمة كهربية, أما إذا كان الـــ PLC (NPN) يكون الطرف السالب متصل بالمفاتيح لذالك إذا قام العامل بلمس الطرف السالب بالخطأ و تلمس قدميه الأرض لن يصاب العامل بصدمة كهربية قط لأن فرق الجهد بين السالب و الأرض يساوى صفر.

ب –نوع الـــ PLC سواء كان PNP أو NPN فهذا يشير فقط إلى طريقة توصيل الدخل input وليس له علاقة بطريقة توصيل الخرج output لأن جهاز الـــ PLC يعطى إشارة للخرج موجبة دائماً ,كما ذكرت سابقاً, بغض النظر عن نوع جهاز الـــ PLC .

ت –حرف الـــ L المكتوب على جهاز الـــ PLC يعنى مكان توصيل الطرف الموجب بينما حرف الـــ M يعنى مكان توصيل الطرف السالب وهذا أن دل على شيء فأنة يدل على أن هذا النوع من أجهزة الـــ PLC تعمل بالتيار المستمر.

ث –يعتمد أيضاً استخدام نوع الـــ PLC حسب النوع المتوافر فى الأسواق ولذالك فأنها تتغير من قارة إلى قارة أو من بلد لأخرى.

٢- **الإشارة الرقمية و الإشارة التناظرية**.....Digital & Analog

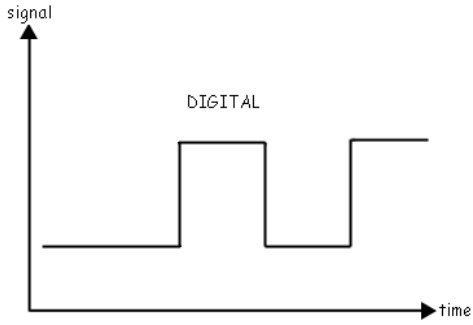
أ –**الإشارة الرقمية**.....Digital:

المقصود بالإشارة الرقمية digital هى أى إشارة رقمية لها حالتين فقط, أما أن تساوى الإشارة واحد أما أنها تساوى صفر.
فمثلاً إذا تكلمنا عن digital input فالحالتين هم:
أن كان المفتاح مغلق (YES – TRUE – ON) ويرمز لها بواحد (١).
أن كان المفتاح مفتوح (NO – FALSE – OFF) ويرمز لها بصفر (٠).

وبالمثل إذا تكلمنا عن digital output فالحالتين هم:
أن كان الخرج يعمل (YES – TRUE – ON) ويرمز لها بواحد (١).
أن كان الخرج لا يعمل (NO – FALSE – OFF) ويرمز لها بصفر (٠).

- مثال للمداخل الرقمية: (مفتاح عادى – مفتاح جرس – مفتاح نهاية المشوار).
- مثال للمخارج الرقمية: (لمبة – جرس – موتور – مضخة).

شكل الإشارة الرقمية:



ب –الإشارة التناظرية.....Analog:

المقصود بالإشارة التناظرية Analog هى أى إشارة لها أكثر من حالتين أى أن الإشارة لها قيم متغيرة بخلاف الصفر.

فمثلاً إذا تكلمنا عن Analog input:

أن كانت توجد إشارة, فقد تكون: (١-٢-٣-٤-.....-٣٢٧٦٧).

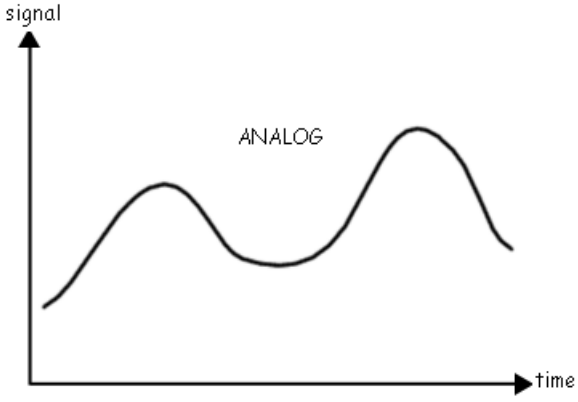
أن كانت لا توجد إشارة: (صفر).

وبالمثل إذا تكلمنا عن Analog output:

أن كانت توجد إشارة, فقد تكون: (١-٢-٣-٤-.....-٣٢٧٦٧).

أن كانت لا توجد إشارة: (صفر).

- مثال للمداخل التناظرية: (ترمومتر– المقاومة المتغيرة – إنكودر).
- مثال للمخارج الرقمية: (سخان – الفولتميتر).



ملاحظة:

- رقم ٣٢٧٦٧ هو رقم ناتج عن مساحة الـــ word.

٣- أنواع المخرجات: (ريليه أو ترانزستور) ... Transistor or Relay

النوع الأول: ترانزستور.....Transistor

إذا كان نوع الـــ PLC هو output transistor فهذا لا يجعل طريقة التوصيل تختلف ولكن له بعض المميزات والعيوب مقارنتاً بالنوع الأخر (output relay):

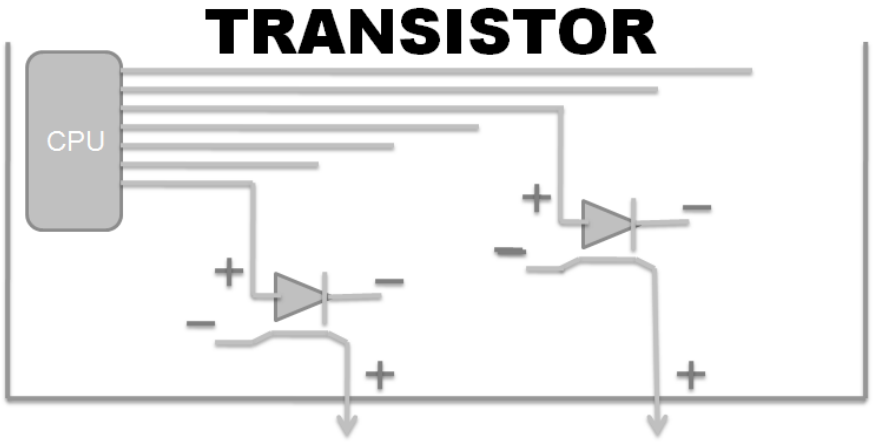
المميزات:

١- يمكنه إرسال إشارات سريعة فى وقت قصير حيث أنة قد يرسل أكثر من ألف إشارة فى الثانية تقريباً.

العيوب:

١- القولت الخاص بالـــ output ثابت وقيمته تساوى 24V DC.

٢- لا يتحمل تيار أكثر من 0.36A – 0.5A.



النوع الثانى: ريليه.....Relay

إذا كان نوع الــ PLC هو output relay فهذا لا يجعل طريقة التوصيل تختلف ولكن له بعض المميزات والعيوب مقارنتاً بالنوع الأخر (output transistor):

المميزات:

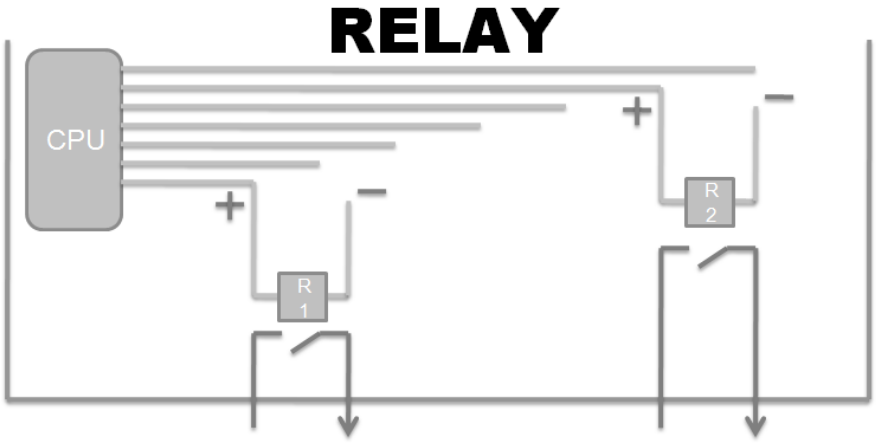
١- القولت الخاص بالــ output غير محدد بل من الممكن توصيل أى قيمة ضمن الحد المسموح به.

مثلاً: 12V DC , 110VAC, 220V AC, 24V DC.

٢- يتحمل تيار يصل إلى 2A - 2.5A.

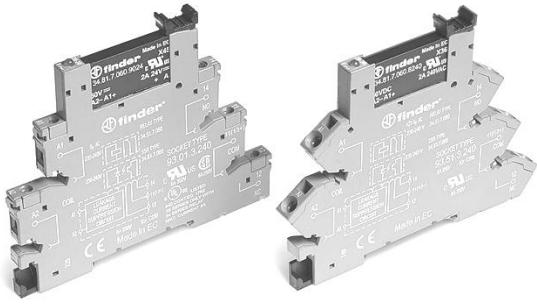
العيوب:

١- لا يمكنه إرسال إشارات سريعة فى وقت قصير مثل الترانزستور.



ملاحظة:

١- لحل العيوب الموجودة بالنوعين, سواء فى الـــ output transistor أو output relay يتم استخدام ريليه ميكانيكى relay interface.



الريليه الميكانيكى..... Relay interface

الريليه الميكانيكى يعمل كوسيط بين الـــ PLC و الحمل حيث يقوم الـــ PLC بتشغيل الريليه بينما يقوم بعد ذلك الريليه بتشغيل الحمل المراد تشغيله بواسطة استخدام نقاط المساعدة.

يتم شراء الريليه على أساس مواصفات تخص الملف coil و مواصفات أخرى تخص النقاط contact.

أولاً: مواصفات الملف...Coil:

١- أن يكون الجهد الخاص بملف الريليه يعمل بنفس قيمة الجهد الخارج من وحدة الـــ PLC.

٢- أن يكون التيار المسحوب من ملف الريليه ضمن الحد المسموح به لكى لا يضر بوحدة الـــ PLC.

ثانياً: مواصفات نقاط التلامس...Contact:

١- أن تتحمل نقاط الريليه الجهد الخاص بالحمل الذى سيعمل بواسطة النقاط المساعدة.

٢- أن تتحمل نقاط الريليه قيمة التيار المسحوب من الحمل الذى سيعمل بواسطة هذا الريليه.

لماذا يستخدم الريليه؟

١- للتمكن من تشغيل الأحمال التى تعمل بفولت مختلف عن الفولت الخارج من جهاز الــ PLC.

٢- للتمكن من تشغيل الأحمال التى تسحب تيار بقيمة أكبر من التى يتحملها جهاز الــ PLC.

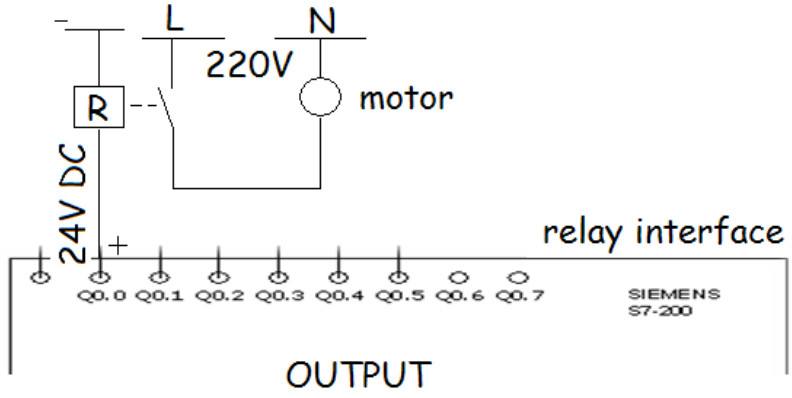
٣- لحماية جهاز الــ PLC من التيار الزائد الذى قد يسحبه الحمل فى أى وقت.

متى يستخدم الريليه؟

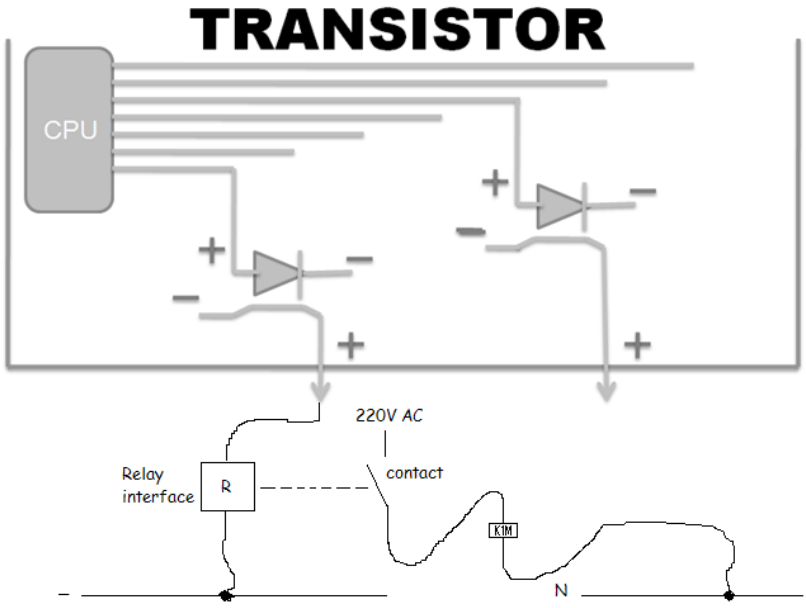
١- إذا كانت الأحمال المستخدمة تختلف فى التيار أو فى الجهد مع جهاز الــ PLC.

٢- وأيضا إذا كان الحمل يتوافق مع الــ PLC من حيث التيار و الجهد ولكن من الممكن إذا كان هذا الحمل محرك أن يسحب تيار زائد لزيادة قوة العزم مثلاً.

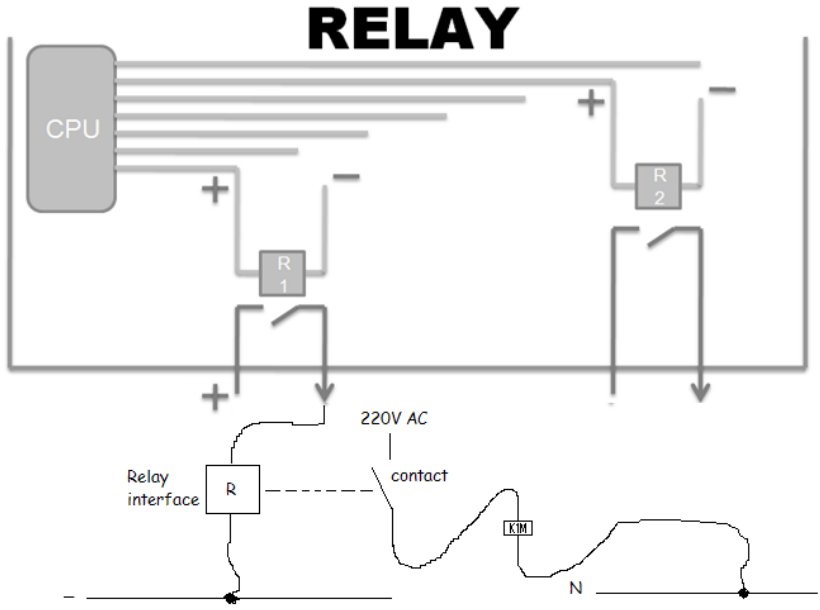
طريقة توصيل الريليه



- طريقة توصيل أحمال مع وحدة PLC من نوع الـ **output transistor**:



- طريقة توصيل أحمال مع وحدة PLC من نوع الـ **output relay**:



ملاحظة:

١- فى حالة استخدام الريليه يصبح من الممكن تغذية أى حمل يعمل بأى جهد ويسحب أى تيار فى حدود نوع الريليه المستخدم.

٢- إذا سحب الموتور تيار ذائد فليس هناك أى خطر على الـــ PLC لأنه سوف يتأثر الريليه وليس الـــ PLC.

٣- أختار الريليه بحيث أن يعمل بنفس الڤولت الخارج من الـــ PLC بينما أختار نقاط الريليه بحيث تتحمل التيار المسحوب من الحمل.

٤- من المحتمل أن الحمل يسحب تيار ذائد من نقطة الريليه و لكن ليس من الممكن أن يسحب الريليه تيار ذائد من الـــ PLC لأن الريليه ليس إلا ملف solenoid.

٥- قد يجد البعض مشكلة فى استخدام الريليه الميكانيكى وهذا لأنه يتكون من ملف و نقط تلامس تعمل ميكانكياً فلذلك قد يتطلب وقت بين الإشارات حتى تقوم نقط التلامس بالفتح و بالغلق ولذلك فإذا كان الـــ PLC يصدر أشارات سريعة فيفضل إذاً استخدام الريليه الإلكترونى solid state relay عوض عن الريليه الميكانيكى حيث أنه يتميز بنقاط مساعدة تقوم بتغير الحالة بسرعة فائقة .

كيفية توصيل وحدة الـــ PLC بالكامل:

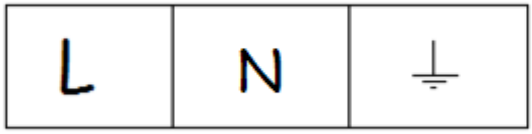
ينقسم التوصيل إلى ثلاث أجزاء:

(تغذية وحدة الـــ CPU – تغذية مجموعة المدخلات – تغذية مجموعة المخرجات)

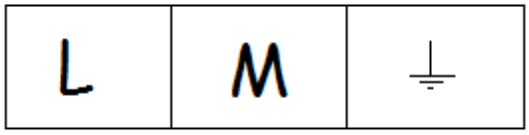
١- تغذية الـــ CPU.

تغذية الـــ CPU تطلب فقط توصيل الكهرباء حسب نوع الـــ PLC (مثلاً التيار المتردد أو التيار المستمر).

تيار متردد



تيار مستمر

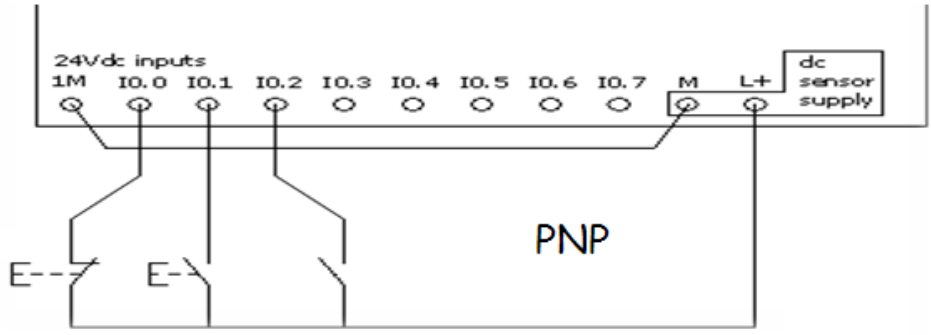


٢- تغذية مجموعة المدخلات.

كما سبق وشرحنا, تغذية مجموعة المدخلات تتطلب أولاً توصيل طرف من الكهرباء على المفاتيح وثانياً توصيل الطرف الأخر على وحدة المدخلات, قد يختلف التوصيل قليلاً حسب نوع الـــ PLC (PNP أو NPN).

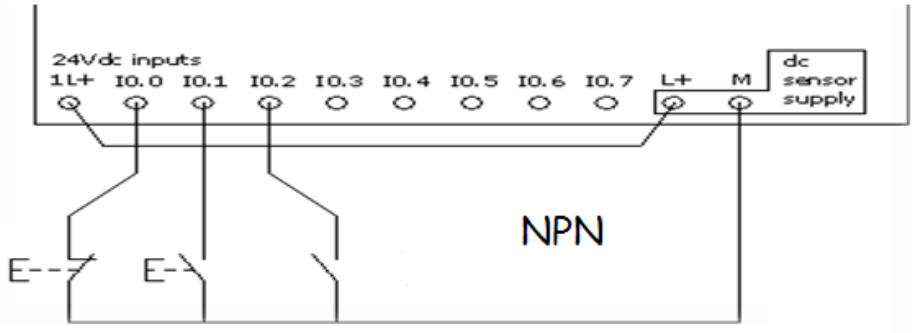
النوع الأول. PNP:

يتم توصيل الطرف الموجب على المفاتيح بينما يوصل الطرف السالب على وحدة الدخل نفسها.



النوع الثانى. NPN

يتم توصيل الطرف السالب على المفاتيح بينما يوصل الطرف الموجب على وحدة الدخل نفسها.



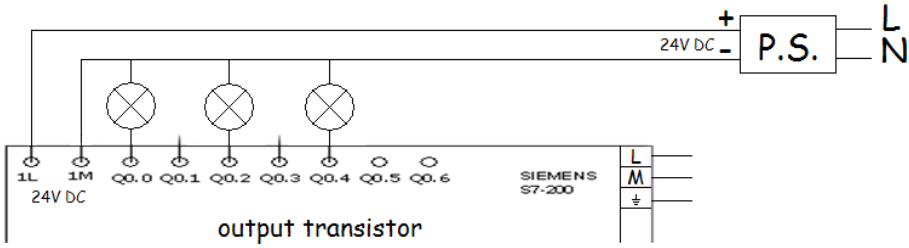
٣- تغذية مجموعة المخارج.

تغذية مجموعة المخرجات تتطلب فقط توصيل الكهرباء حسب نوع الــ PLC (مثلاً transistor أو relay).

النوع الأول. Transistor:

فى حالة الــ output transistor يتم استخدام التيار المستمر فقط ولذلك يعوض عن كلمة transistor بكلمة DC

ودائماً ما يكون الجهد الخاص بالخرج هو 24V DC كما هو مبين فر الرسم.



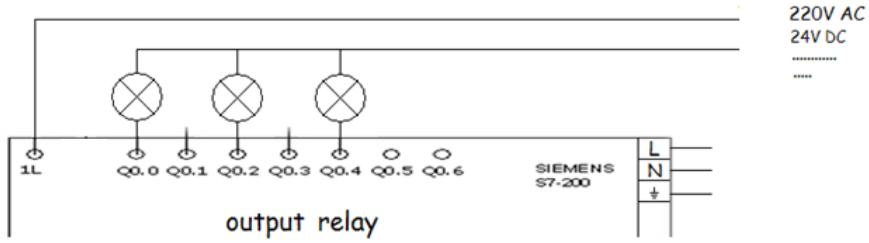
النوع الثانى. Relay:

فى حالة الــ output relay يتم استخدام التيار المستمر أو التيار المتردد, يعوض عن كلمة relay بكلمة RLY

الجهد الخاص بالخرج هو متغير حيث يمكن توصيل أى قيمة ضمن الحد المسموح به من جهاز الــ PLC.

مثلاً: (24V DC – 220V AC - ……..V DC - …….V AC)

كما هو مبين بالرسم.



كيف أعرف نوع الـــ PLC .

يوجد نوعين من حيث طريقة التوصيل:

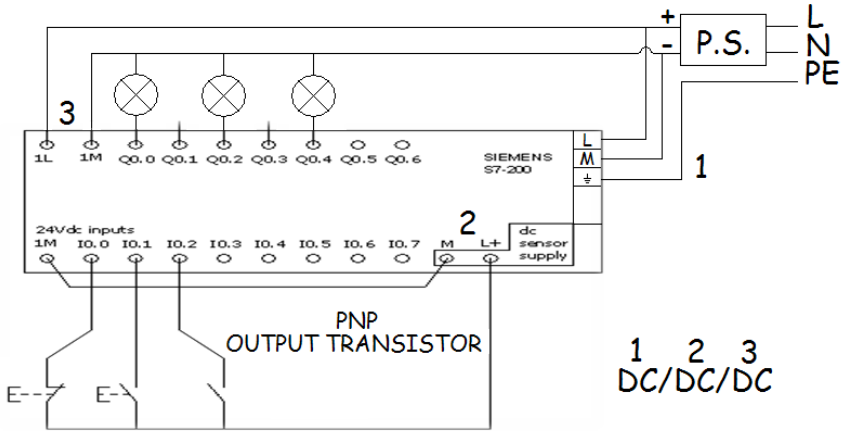
AC/DC/RLY - **DC/DC/DC**

النوع الأول. DC/DC/DC:

- كلمة **DC** الأولى تخص تغذية الـــ CPU.
- كلمة DC الثانية تخص تغذية المداخل.
- كلمة DC الثالثة تخص تغذية المخارج.

المقصود بـــ **DC** الأولى هى كلمة **DC** التى فى أقصى اليسار, أنظر الشكل التالى.

رسم توضيحى للنوع الأول <u>DC/DC/DC</u>.



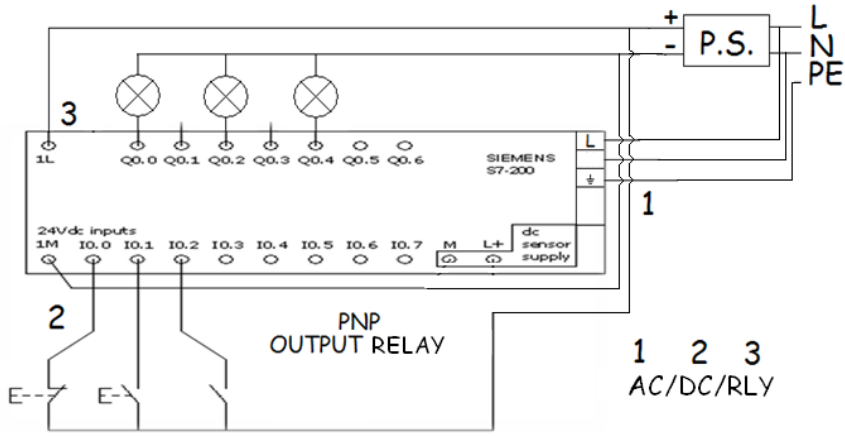
النوع الثانى. AC/DC/RLY:

كلمة **AC** تخص تغذية الـــ CPU.

كلمة **DC** تخص تغذية المداخل.

كلمة **RLY** تخص تغذية المخارج.

رسم توضيحى للنوع الثانى.



ملاحظة:

- جميع الموديلات يتوفر منها النوعين: DC/DC/DC و AC/DC/RLY.
- الـ output transistor هو DC/DC/DC.
- الـ output relay هو AC/DC/RLY.

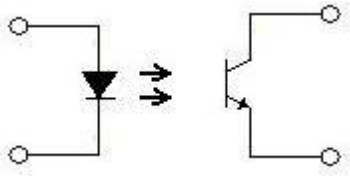
الأمثال للنوعين:

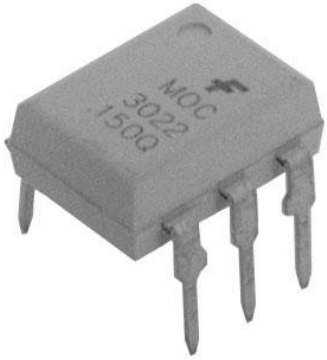
Model Description	Power Supply	Input Types	Output Types
221 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	6 DC Inputs	4 DC Outputs
221 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	6 DC Inputs	4 Relay Outputs
222 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	8 DC Inputs	6 DC Outputs
222 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	8 DC Inputs	6 Relay Outputs
224 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	14 DC Inputs	10 DC Outputs
224 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	14 DC Inputs	10 Relay Outputs
226 DC/DC/DC	20.4-28.8 VDC	24 DC Inputs	16 DC Outputs
226 AC/DC/Relay	85-264 VAC 47-63 Hz	24 DC Inputs	15 Relay Outputs

حمايات داخلية للـــ PLC .

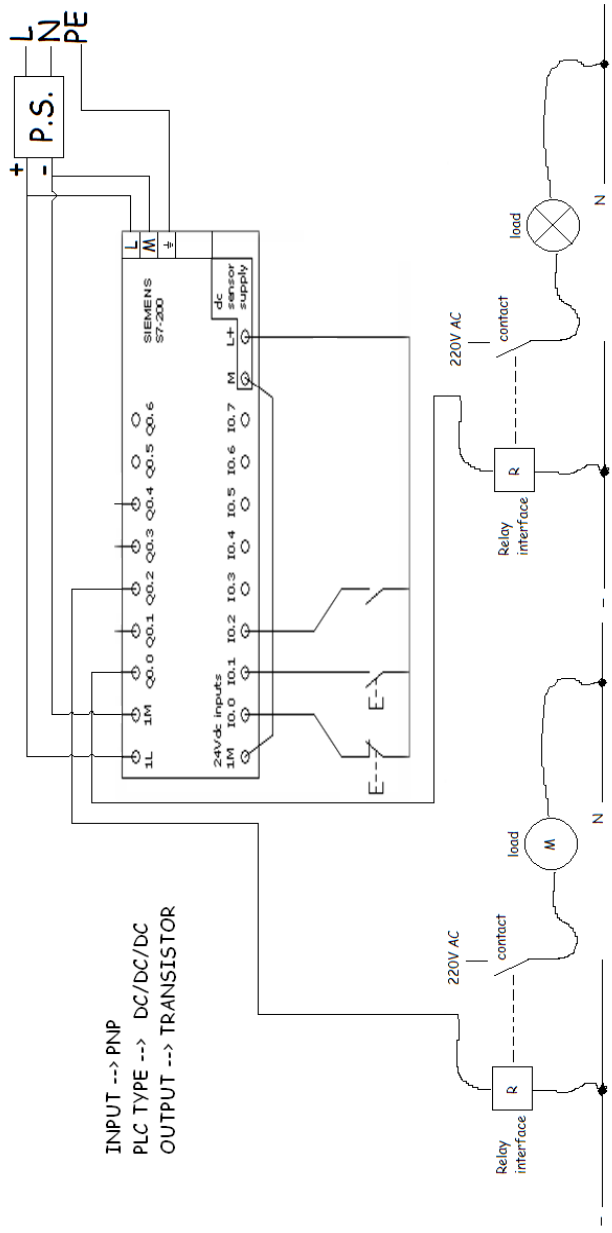
عازل كهروضوئى

يوجد داخل جهاز الـــ PLC عازل كهروضوئى optical coupler خاص بكل دخل (input) بحيث فى حالة توصيل أى جهد زيادة عن طريق الخطاء فأنه فى الغالب سوف يتضرر العازل الكهروضوئى وليس الـــ PLC وذالك لأن العازل الكهروضوئى يستعمل كعازل بين دائرتين كهربائيتين, حيث الإشارة الكهربائية القادمة من الدارة الأولى تتحول إلى إشارة ضوئية ومن ثم تقوم الدارة الثانية بتحويل هذا الإشارة الضوئية إلى كهربائية مرة أخرى, يعمل هذا العازل مع الإشارات الرقمية وكذلك مع التماثلية أو التناظرية .





الشكل العام للـــ PLC :



بالنظر لجهاز الـــ PLC سوف يلاحظ:

١- لمبات إشارة.

٢- مفتاح التحكم بجهاز الـــ PLC.

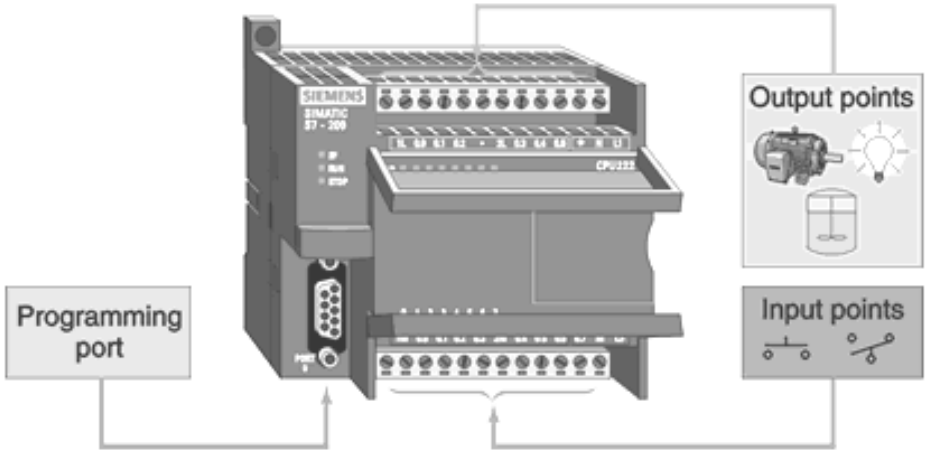
٣- مفتاح الضبط التناظرى Analog adjustment.

٤- مدخل كابل البرمجة.

٥- مكان البطارية.

٦- مكان الذاكرة.

٧- مدخل وحدة دخل أو خرج إضافية Extension module.



١- لمبات الإشارة.....Indicators.

تقسم إلى ثلاث لمبات:

Run - Stop - S.F.

- **لمبة RUN**:

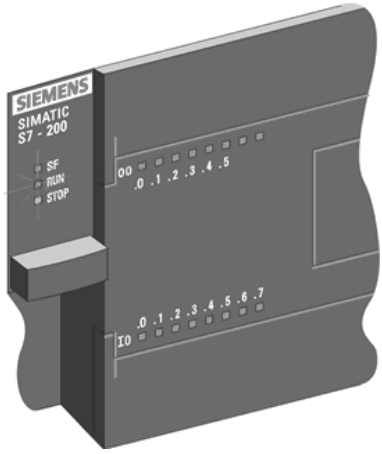
لمبة run تضاء لون أخضر حينما يعمل الــ PLC, أى عندما يكون الجهاز فى وضع run.

- **لمبة** STOP:

لمبة stop تضاء لون أخضر حينما يقف الــ PLC أى عندما يكون الجهاز فى وضع stop.

- **لمبة** SYSTEM FAULT:

لمبة system fault تضاء لون أحمر حينما يقف الــ PLC بسبب مشكلة ما.



ملاحظة:

فى حالة أن لمبة الــ S.F. مضاءة من المؤكد أن لمبة الــ stop ستكون مضاءة أيضاً نظراً لأن فى حالة وجود مشكلة فى الــ PLC ليس من الممكن أن يستمر فى العمل أى أنه ليس من المنطقى أن يبقى فى وضع run.

٢- مفتاح التحكم بجهاز الــ PLC.....Mode Switch:

توجد ثلاث أوضاع لمفتاح التحكم بجهاز الــ PLC

Run - Stop - Terminal

- RUN:

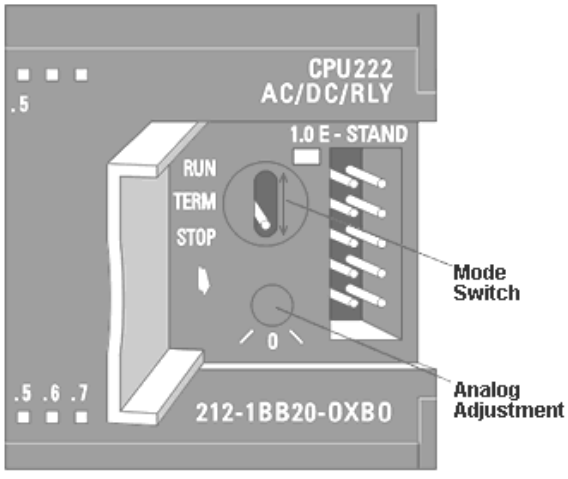
في حالة ضبط المفتاح على وضعية run يعمل جهاز الــ PLC أوتوماتيكياً وتضئ لمبة run بالون الأخضر.

- STOP:

في حالة ضبط المفتاح على وضعية stop يقف جهاز الــ PLC أوتوماتيكياً وتضئ لمبة stop بالون الأخضر.

- TERMINAL:

في حالة ضبط المفتاح على وضعية terminal يصبح من الممكن التحكم فى جهاز الــ PLC أوتوماتيكياً عن طريق الكمبيوتر وتضئ لمبة stop أو لمبة run حسب الأختيار.



٣- مفتاح ضبط الإشارة التناظرية.....Analog adjustment:

مفتاح ضبط الإشارة التناظرية يستخدم كمثال للدخل التناظرى حيث من الممكن تغير قيمة المفتاح بواسطة مفك لكى يستخدم فى البرمجة (يمكن تغير القيمة من صفر إلى ٢٥٥).

٤- مدخل كابل البرمجة.....Programming Cable:

حيث يتم توصيل الكابل بين جهاز الـــ PLC و جهاز البرمجة وهو الكمبيوتر فى هذه الحالة. و يسمى التوصيل بينهم بأسم PPI (Point to Point Interface) ويستخدم الكابل لنقل المعلومات من و إلى الـــ PLC.

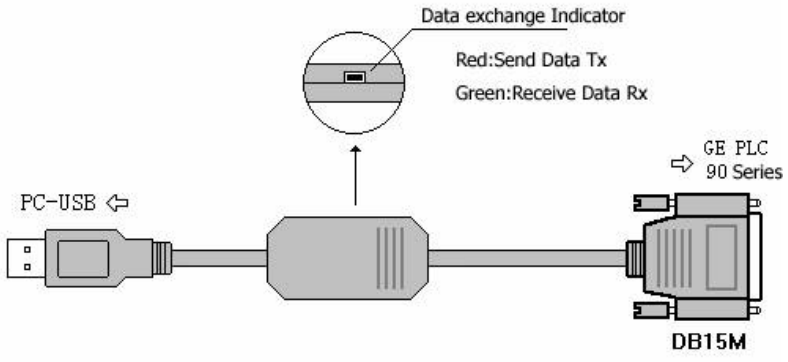
يختلف نوع الكابل من بين بعض الأجهزة الموجودة بالسوق:

١ - كابل ذات سرعة 9.6Kbps

٢- كابل ذات سرعة 19.2Kbps

٣ -كابل ذات سرعة 187.5Kbps

-الكابل ذات سرعة 9.6Kbps يستطيع أن ينقل معلومات بحجم 9.6Kb فى ثانية واحدة فقط.
-الكابل ذات سرعة 19.2Kbps يستطيع أن ينقل معلومات بحجم 19.2Kb فى ثانية واحدة فقط.
وهكذا.....



ملاحظة:

الكابل الخاص بالـــ S7 200 توجد به ثلاث لمبات إشارة (Data exchange Indicator):

PPI - Tx - Rx

-اللمبة الأولى PPI.

تسمى PPI وهي أختصار لكلمة Point to Point Interface وهى تضاء بصفة مستمرة فى حالة أتصال جهاز الـــ PLC بجهاز التحكم (computer) وتضاً بالون الأصفر.

-اللمبة الثانية Tx.

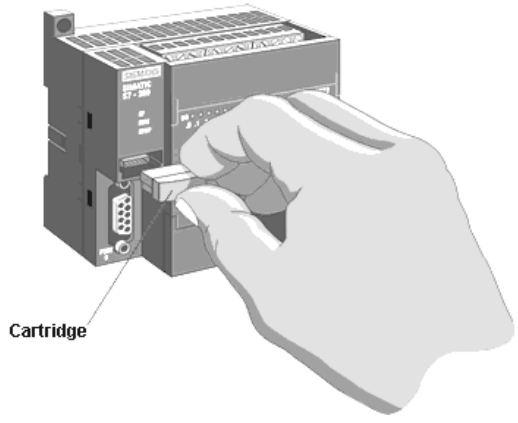
تسمى Tx وهي أختصار لكلمة Transfer Data وهى تضاء بصفة متقطعة أثناء أرسال معلومات إلى جهاز الـــ PLC وتضاً بالون الأصفر.

-اللمبة الثالثة Rx.

تسمى Rx وهي أختصار لكلمة Receive Data وهى تضاء بصفة متقطعة أثناء إستقبال معلومات من جهاز الـــ PLC وتضاً بالون الأصفر.

٥- البطارية.....Battery:

يتم توصيل البطارية في جهاز الـــ PLC لكي تعمل كمصدر مستمر للتيار لهدف الحفاظ على البرنامج داخل الذاكرة حتى فى حالة انقطاع المصدر الرئيسى للتغذية (الكهرباء).



ملاحظة:

من أكثر أنواع البطاريات المستخدمة هو Lithium:

- جهد البطارية هو 3.6V
- يفضل تغيير البطارية كل سنتين.

المميزات:

- التيار (ampere curve) الخاص بالبطارية ثابت.

العيوب:

- التيار (ampere curve) الخاص بالبطارية يزل إلى صفر عند نهاية العمر الإفتراضى للبطارية دون سابق أنظار.

٦- الذاكرة.....Memory:

تنقسم الذاكرة فى جهاز الـــ PLC إلى نوعين:

-ذاكرة موجودة داخل الـــ PLC و دائماً تكون من النوع المتطاير volatile memory.

-ذاكرة تضاف إلى الـــ PLC و دائماً تكون من النوع الغير المتطاير non volatile memory.

-النوع الأول.

ذاكرة متطايرة.....RAM (Random Access Memory)

مميزات الذاكرة المتطايرة

يمكن رسم, تعديل و مسح البرنامج أكثر من مرة.

عيوب الذاكرة المتطايرة

فى حالة أنقطاع التيار يمسح البرنامج بالكامل (إذا كان بدون بطارية).

ملاحظة:

- لحل مشكلة إنقطاع التيار يتم توصيل بطارية.

-النوع الثانى.

ذاكرة غير متطايرة.....ROM (Read Only Memory):

مميزات الذاكرة غير المتطايرة

فى حالة إنقطاع التيار لا يمح البرنامج (حتى إذا كان بدون بطارية).

عيوب الذاكرة غير المتطايرة

لا يمكن تعديل أو مسح البرنامج مرة أخرى بعد تنفيذه.

ملاحظة:

- توجد أنواع أخوى من مشتقات الـــ ROM وهى:

EPROM - EEPROM - FLASH MEMORY

-النوع الأول.

ذاكرة غير متطايرة

EPROM (Electrical Programmable Read Only Memory)

- كيفية كتابة البرنامج:

يتم نقل البرنامج من الكمبيوتر إلى الذاكرة الـــ EPROM بواسطة كرت برمجة حيث يضع بداخلة الذاكرة ويوصل كرت البرمجة بالكمبيوتر, و بالضغط على "تحميل" يتم تحميل البرنامج على الذاكرة.

- كيفية مسح البرنامج:

يتم مسح البرنامج من على هذا النوع من الذاكرة عن طريق الأشعة الفوق البنفسجية بحيث يتم وضع الذاكرة داخل جهاز الأشعة الفوق البنفسجية لزمن محدد ويتم تنفيذ هذه العملية من قبل شخص ذات خبرة لتجنب تلف الذاكرة.

-النوع الثانى.

ذاكرة غير متطايرة

EEPROM (Erasable Electrical Programmable Read Only Memory)

- كيفية كتابة البرنامج:

يتم نقل البرنامج من الكمبيوتر إلى الذاكرة الـــ EPROM بواسطة كرت برمجة حيث يضع بداخلة الذاكرة ويوصل كرت البرمجة بالكمبيوتر, بالضغط على "تحميل" يتم تحميل البرنامج على الذاكرة.

- كيفية مسح البرنامج:

يتم نقل البرنامج من الكمبيوتر إلى الذاكرة الـــ EPROM بواسطة كرت برمجة حيث يضع بداخلة الذاكرة ويوصل كرت البرمجة بالكمبيوتر, و بالضغط على erase memory cartridge يتم مسح جميع محتويات الذاكرة.

-النوع الثالث.

ذاكرة غير متطايرة

FLASH MEMORY

- كيفية كتابة البرنامج:

يمكن بكل سهولة كتابة البرنامج على هذا النوع من الذاكرة دون أى مشكلة و دون استخدام كرت البرمجة أى التحكم بالذاكرة بدون فصلها عن جهاز الـــ PLC.

- كيفية مسح البرنامج:

يمكن بكل سهولة مسح البرنامج من على هذا النوع من الذاكرة دون أى مشكلة و دون استخدام كرت البرمجة أى التحكم بالذاكرة بدون فصلها عن جهاز الـــ PLC.

ملاحظة:

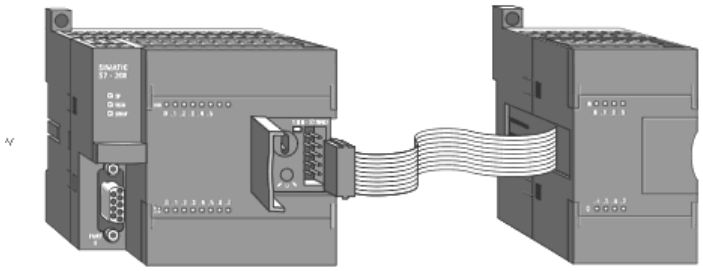
- قبل كتابة البرنامج على أى ذاكرة من نوع

EPROM أو EEPROM أو FLASH MEMORY

يجب تجربة البرنامج على الذاكرة الـــ RAM عدة مرات للتأكد من عدم وجود أى مشاكل بالبرنامج لأن كثرة المسح أو التعديل على الذاكرة الغير متطيرة يؤثر على العمر الإفتراضى للذاكرة.

٧ - وحدات دخل أو خرج إضافية.....**Extension Module**:

نظراً لأن فى بعض الحالات قد يحتاج المبرمج إلى مجموعة مداخل أو مخارج إضافية لاستخدامها فى البرمجة فأنة من الممكن شراء وحدات تحتوى على عدد محدد من المداخل فقط أو وحدات تحتوى على عدد محدد من المخارج فقط أو وحدات تحتوى على عدد محدد من مداخل و المخارج معاً.



مثال لوحدات الدخل و الخرج الإضافية:

-وحدات دخل و خرج رقمية إضافية:

١- EM221: وحدة إضافية تحتوى على ثمانية مداخل.

٢- EM222: وحدة إضافية تحتوى على ثمانية مخارج.

٣ - EM223: وحدة إضافية تحتوى على أربعة مداخل و أربعة مخارج.

٤ - EM223: وحدة إضافية تحتوى على ثمانية مداخل و ثمانية مخارج.

٥- EM223: وحدة إضافية تحتوى على ستة عشر دخل و ستة عشر خرج.

-وحدات دخل و خرج تناظرية إضافية:

١- EM231: وحدة إضافية تحتوى على أربعة مداخل.

٢- EM232: وحدة إضافية تحتوى على مخرجان.

٣ - EM235: وحدة إضافية تحتوى على أربعة مداخل و خرج واحد.

ملاحظة:

يختلف توصيل الوحدات الإضافية بين بعض أجهزة الـــ PLCS, فمثلاً:

- فى حالة توصيل وحدة أضافية لجهاز PLC CPU 224 يتم توصيل الوحدة الإضافية إلى جهاز الـــ PLC عن طريق كابل.
- فى حالة توصيل وحدة إضافية لجهاز PLC CPU 214 يتم توصيل الوحدة الإضافية إلى جهاز الـــ PLC عن طريق تركيب الاثنان معاً أى بالتوصيل المباشر.

يفضل توصيل الوحدات الإضافية إلى وحدة الـــ PLC بواسطة الكابل وهذا لأنه يمكن وضع الاثنين تحت بعضهم أو على مسافة بعيدة.

أجهزة للتحكم فى وحدة الـــ PLC:

من الممكن التحكم فى جهاز الـــ PLC عن طريق:

Computer - HMI

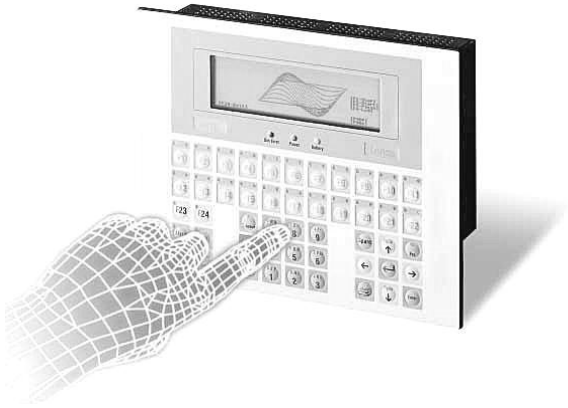
أى أنه يمكن التحكم بوحدة التحكم المنطقى باستخدام شاشة التحكم أو باستخدام الكمبيوتر ويمكن أيضاً استخدام الاثنين معاً

١- الكمبيوتر.....Computer:

حيث يتم بسهولة عمل أى برنامج بأى لغة برمجة, تحميل البرنامج إلى جهاز الـــ PLC, أخذ البرنامج من جهاز الـــ PLC, التعديل فى البرنامج بالأضافة أو بالمسح, معرفة حالة البرنامج و كيف يعمل و تغير بعض البيانات دون أقاف البرنامج....الخ

٢- شاشة التحكم.....(Human Machine Interface):

حيث يتم بسهولة التعديل فى البرنامج فى حدود معينة, معرفة حالة البرنامج و كيف يعمل, تغير بعض البيانات دون أقاف البرنامج, رؤية الألرمات على الشاشة و معرفة نوع العطل, أطفاء الألرمات....الخ

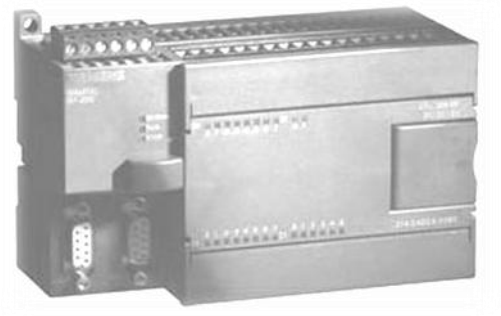


ملاحظة:

١- يستخدم جهاز الكمبيوتر فى البداية فقط لعمل البرنامج بالكامل ويفضل بعد ذالك أستبدال الكمبيوتر بشاشة التحكم نظراً لصغر حجمها.

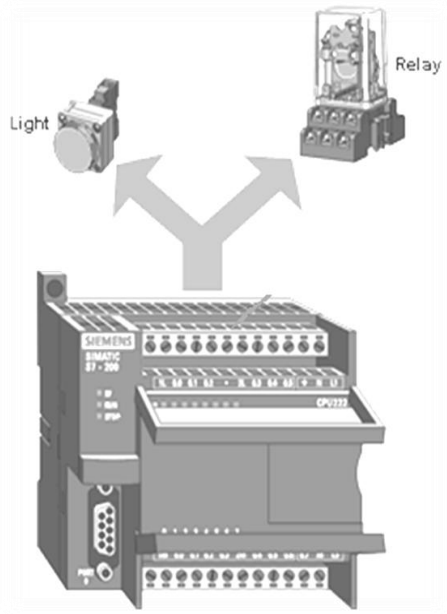
٢ - بعض أجهزة الـــ PLC تحتوى على مخرج واحد للبرمجة مثل جهاز (PLC (CPU 224 والبعض الأخر يحتوى على مخرجين للبرمجة مثل جهاز PLC (CPU 224 XP) و لذالك فى الـــ CPU 224 يتم توصيل أما جهاز كمبيوتر أما شاشة تحكم بينما فى الـــ CPU 224 XP من الممكن توصيل جهاز كمبيوتر و شاشة تحكم معاً.

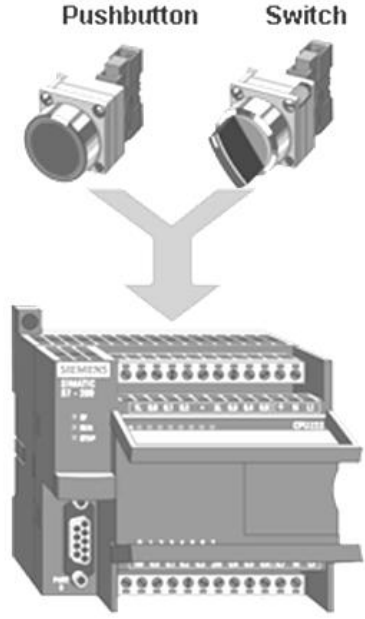
CPU 224

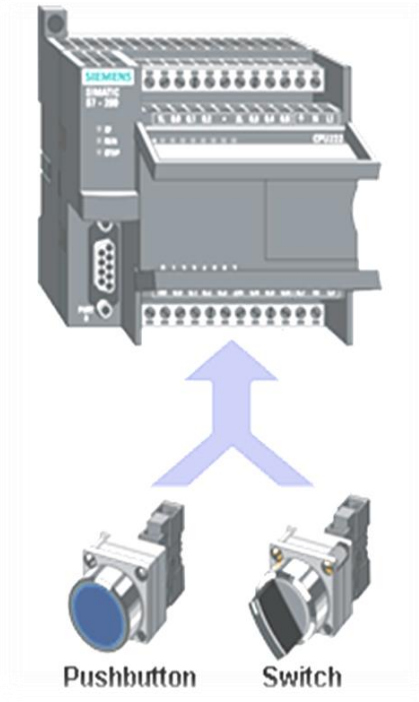


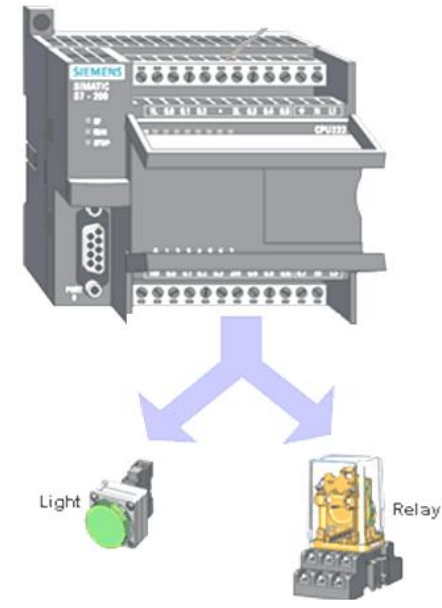
CPU 224 XP

ملاحظة هامة: يختلف مكان المدخلات و المخرجات بين بعض الموديلات.









الفهرس

الباب الأول "وحدة التحكم المنطقى" 5
ما هو جهاز الـــ PLC 6
مميزات أجهزة التحكم المنطقي 9
مكونات وحدة الـــ PLC 12
وحدات المدخلات و المخرجات 14
تصنيف وحدات الـــ PLC 25
الريليه الميكانيكي 32
توصيل وحدة الـــ PLC 36
حميات داخل الـــ PLC 42
لمبات الإشارة 45
مفتاح التحكم 46
مفتاح ضبط الإشارة التناظرية 47
كابل البرمجة 47
البطارية 48
الذاكرة 49
وحدات دخل وخرج أضافية 53
أجهزة التحكم في وحدة الـــ PLC 54

الباب الثاني "الذاكرة والنظم الرقمية" 59
أحجام الذاكرة 60
شرح أمثله للذاكرة 61

الفهرس

النظم الرقمية 65
النظام الثنائي binary 66
النظام العشري decimal 67
النظام السداسي عشر hexadecimal 67
النظام الثنائي المكود عشرياً BCD 68
نظام العلامة العشرية Real 68
نظام العلامة العشرية floating point 69
نظام الـــ American Standard Code 69
التحويل من نظام لأخر 71
الأرقام الصحيحة Integer 82
أرقام بدون أشارة 81
أرقام بإشارة signed 82

الباب الثالث "البرنامج" 87
طريقة تثبيت البرنامج 88
توصيل الكمبيوتر و وحدة الـــ PLC معاً 91
صفحة التوصيل communication 93
خطوات تحميل البرنامج download 98

الباب الرابع "طريقة البرمجة" 103
لغات البرمجة 104

الفهرس

مسميات المدخلات والمخرجات 105
لغة المخطط السلمى LAD 106
لغة مخطط البوابات المنطقية FBD 107
لغة قائمة الأجرائات STL 109
شرح لغة المخطط السلمى 110
تمارين عملية بلغة المخطط السلمى 115
الريليه marker 133
تمارين باستخدام الريليه 134
مفتاح positive edge 136
مفتاح negative edge 137
مخارج نوع set/reset 141
تمارين باستخدام الـــ set/reset 144

الباب لخامس "المؤقتات الزمنية" 151
المؤقتات الزمنية 152
مسميات المؤقتات الزمنية 152
تمارين عملية باستخدام مؤقت زمني TON 157
تمارين عملية باستخدام مؤقت زمني TOF 158
تمارين عملية باستخدام مؤقت زمني TONR 160

الباب السادس "العدادات" 169

الفهرس

العدادات 170
مسميات العدادات 171
تمارين عملية باستخدام عدادات CTU 175
تمارين عملية باستخدام عدادات CTD 177
تمارين عملية باستخدام عدادات CTUD 179

الباب السابع "المتغيرات" 187
المتغيرات 188
تمارين عملية باستخدام متغيرات بحجم bit 191
تمارين عملية باستخدام متغيرات بحجم word 193

الباب الثامن "المقارنة" 195
المقارانات 196
أنواع مفاتيح المقارنة 197
تمارين عملية باستخدام مفاتيح المقارنة 202

الباب التاسع "عمليات النقل" 209
عمليات نقل القيم 210
أنواع عمليات نقل القيم 211
تمارين عملية باستخدام عمليات نقل القيم 217

الكتب التي صدرت عن معهد السالزيان الإيطالي

"دون بوسكو"

📖 **محركات, مولدات و محولات التيار المتردد**	وجيه جرجس
📖 **دوائر التحكم الآلي** الجزء الأول	وجيه جرجس
📖 **دوائر التحكم الآلي** الجزء الثاني	وجيه جرجس
📖 **الغسالة الفول أوتوماتك** الجزء الأول	وجيه جرجس
📖 **الغسالة الفول أوتوماتك** الجزء الثاني	وجيه جرجس
📖 **الدوائر العملية للضغوط الهوائية و الكهروهوائية**	وجيه جرجس
📖 **غسالة الأطباق**	وجيه جرجس
📖 **زانوسى الموديلات القديمة ١٤-١٦-١٨بروجرام**	وجيه جرجس
📖 **موديلات الغسالة كريازى**	وجيه جرجس
📖 **الدوائر الكهربائية للتركيبات المنزلية**	نبيل رزق
📖 **صيانة وإصلاح الأجهزة المنزلية**	نبيل رزق
📖 **أفكار التكيف و التبريد للدوائر الميكانيكية**	إميل فتح الله
📖 **أفكار التكيف و التبريد للدوائر الكهربائية**	إميل فتح الله
📖 **أفكار التكيف و التبريد الخدمة والأعطال**	إميل فتح الله
📖 **برمجة التحكم المنطقي .P.L.C** الجزء الأول	ريمون كمال
📖 **برمجة التحكم المنطقي .P.L.C** الجزء الثاني	ريمون كمال
📖 **برمجة التحكم المنطقي .P.L.C** أعطال - صيانة - تمارين	ريمون كمال